

Sari Farah Dina
dkkKajian Pengeringan Padi Menggunakan Silinder Pengering Yang Dilengkapi *Screw Conveyor* Dan Kolektor
Surya Tipe Silinder Parabola

KAJIAN PENGERINGAN PADI MENGGUNAKAN SILINDER PENGERING YANG DILENGKAPI *SCREW CONVEYOR* DAN KOLEKTOR SURYA TIPE SILINDER PARABOLA

THE STUDY OF PADDY DRYING USING SOLAR PARABOLIC CYLINDER DRYER EQUIPPED WITH A SCREW CONVEYOR

Sari Farah Dina¹, Jufrizal², Siti Masriani Rambe¹, Harry P. Limbong¹, Edwin H.
Sipahutar¹

¹Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan, Jl. Sisingamangaraja No. 24 Medan, 20214, Indonesia

²PS Teknik Mesin - Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan, Jl. Gedung Arca no. 52
Medan, 20217, Indonesia e-mail: sfdina1@kemenperin.go.id

Diterima: 05 Oktober 2020; Direvisi: 05 November 2020 – 15 Desember 2020; Disetujui: 15
Desember 2020

Abstrak

Di Indonesia hingga saat ini pengeringan padi adalah dengan cara penjemuran langsung dibawah sinar matahari selama 3 – 4 hari. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengeringan padi menggunakan pengering surya tipe kolektor silinder parabola. Ruang pengering berbentuk tabung silinder dengan diameter 20 cm dan panjang 200 cm yang ditempatkan pada posisi titik fokus kolektor. Didalamnya dilengkapi dengan *screw conveyor* yang digerakkan oleh motor pada kecepatan yang divariasikan 23, 28 dan 35 rpm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap profil temperatur yang dihasilkan, pengaruh kecepatan putaran *screw* terhadap waktu dan konsumsi daya selama pengeringan serta menetapkan model kinetika pengeringan pada kondisi kecepatan *screw* yang optimum. Pengujian dilakukan secara triplikat dan terbagi dalam 4 *batch* per hari dan setiap *batch* mengandung 5 kg padi dengan kadar air awal 28%. Selama pengeringan berlangsung intensitas radiasi, temperatur (lingkungan, diluar dan didalam silinder *dryer*, serta padi), arus motor penggerak dan penurunan berat padi diukur dan dicatat. Pengeringan dihentikan setelah tercapai kadar air maksimal 14%. Hasil percobaan menunjukkan bahwa intensitas radiasi berkorelasi positif sedangkan kecepatan putaran *screw* berbanding terbalik terhadap waktu pengeringan. Selanjutnya kecepatan putaran *screw* berbanding lurus dengan daya. Hasil pendekatan model kinetika sesuai dengan pendekatan yang telah dilaporkan oleh Wang and Singh.

Kata kunci: padi, pengering surya, kolektor silinder parabola, waktu pengeringan, model kinetika

Abstract

Nowdays, Indonesia's paddy is dried under direct sun exposure for 3-4 days. In this study of paddy drying using a cylinder solar dryer with a cylindrical parabolic collector was carried out. Dryer dimension $D=20$ cm and $L=200$ cm was positioned at the focal point of the collector. The dryer was equipped with motor-driven screw conveyors with various speeds of 23, 28, and 35 rpm. The purpose of this study was to find the effect of solar radiation on the temperature profile, the effect of screw rotation speed on drying time and power consumption, and to determine the kinetics model at optimum screw speed. Tests were carried out in triplicate and divided into 4 batches/day and each batch containing 5 kg of paddy with an initial moisture content (MC)=28%. During drying, the solar radiation, temperature (environment, outside and inside of the drying cylinder, paddy), motor current, and weight of paddy reduction were measured. Drying was stopped after the paddy reached a maximum MC=14%. The results showed that solar radiation has a positive correlation while the screw speed is inverse to drying time. Furthermore, screw speed is proportional to power. The kinetics model followed the approach that has been forwarded by Wang and Singh.

Keywords: paddy, solar dryer, cylindrical parabolic collector, drying time, model kinetics

PENDAHULUAN

Beras yang berasal dari tanaman padi merupakan sumber pangan utama yang paling banyak dikonsumsi di dunia, terutama di negara Asia. Dilaporkan, bahwa terdapat 10 (sepuluh) negara penghasil beras dunia dimana Indonesia menempati urutan ketiga terbesar setelah Cina dan India (Arif Sodhiq, 2020). Di Indonesia, lebih dari 90% produksi padi nasional dihasilkan dari varietas padi yang umumnya berasal dari lahan sawah dengan berbagai varietas sesuai dengan kebutuhan.

Padi jenis IR 64 memiliki rasa nasi yang enak dan umur tanam relatif pendek (100 – 120 hari), sehingga di propinsi Sumatera Utara varietas ini menjadi primadona (Susanto, 2003).

Padi yang baru dipanen memiliki kadar air tertentu (19 - 35)% basis basah tergantung iklim saat dipanen, pada musim hujan kadar air padi akan tinggi (Ng P.P *et al.*, 2007). Untuk mencegah terjadinya infeksi akibat serangan dan pertumbuhan jamur, maka padi harus segera dikeringkan hingga mencapai kadar air maksimum 14%. Oleh karenanya, proses pengeringan merupakan operasi yang paling penting pada sistem pengelolaan pasca-panen padi (Golmohammadi *et al.*, 2016).

Teknik pengeringan padi konvensional yang paling banyak digunakan petani terutama di Indonesia hingga saat ini adalah dengan penjemuran langsung dibawah sinar matahari (*open sun drying*). Meskipun pengeringan alamiah merupakan metode terbaik untuk menjaga kualitas dan paling ekonomis, tetapi cara ini dinilai kurang efektif karena selain memerlukan waktu lama (3 – 4 hari) bahkan hingga 8 hari (Candia A. *et al.*, 2016), padi yang dikeringkan dengan metode ini cenderung dapat terkontaminasi oleh kotoran ataupun gangguan binatang seperti unggas.

Oleh karena itu, berbagai penelitian tentang rancang bangun pengering buatan telah banyak dilakukan, baik menggunakan bahan bakar minyak, gas, batubara untuk

memanaskan udara maupun memanfaatkan tenaga surya (*solar dryer*) (Candia *et al.*, 2016; Ng *et al.*, 2005; Sahari *et al.*, 2018; Lahbari & Fahloul, 2020; Golmohammadi *et al.*, 2016). Terdapat korelasi antara temperatur dengan waktu pengeringan, dimana semakin tinggi temperatur maka waktu pengeringan semakin singkat. Namun, dampak terhadap kualitas terutama pada perolehan rendemen beras utuh, kandungan amylosa maupun konsistensi gel beras yang dihasilkan, merupakan hal yang harus dipertimbangkan. Sebagaimana diketahui, padi adalah bio-material yang sensitif terhadap pengaruh termal, dan ini menyebabkan fenomena degradasi seperti retak dan rasa tidak enak. Berbagai metode pengeringan yang telah dilakukan (*microwave, infra red, fluidized bed*) menunjukkan bahwa temperatur pengeringan terbaik adalah maksimum 70°C (Zheng and Lan, 2007; Mehdizadeh and Zomorodian, 2009; Wiset L. *et al.*, 2001; Taghinezhad *et al.*, 2020).

Selain kualitas, lama pengeringan juga merupakan faktor penting terkait keekonomian hasil pengeringan. Untuk itu model kinetika pengeringan sangat diperlukan untuk memprediksi perilaku selama pengeringan berlangsung, diantaranya waktu dan laju pengeringan (Manikantan and Barnwal, 2012). Beberapa model kinetika pengeringan padi telah ditetapkan untuk beberapa jenis pengering, diantaranya model *Page* untuk pengeringan padi menggunakan sumber pemanas listrik (Manikan and Barnwal, 2012) dan model *Midili* dan model *Two Term* cocok untuk pengeringan padi menggunakan pengering jenis unggun terfluidisasi (Golmohammadi *et al.*, 2016). Sementara untuk pengeringan padi pada suhu rendah (20 – 40°C) menggunakan oven listrik model kinetika yang paling mendekati adalah model *Midili* (Chakraborty S. *et al.*, 2016)

Penelitian ini diawali dengan perancangan pengering padi bertenaga

matahari menggunakan kolektor tipe silinder parabola dengan ruang pengering berbentuk silinder yang dilengkapi dengan *screw conveyor* sebagai penggerak sekaligus pengaduk sehingga proses perpindahan panas dan massa dapat berlangsung secara simultan dan efektif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap profil temperatur yang dihasilkan, pengaruh kecepatan putaran *screw* terhadap waktu pengeringan dan konsumsi daya, serta menentukan model kinetika pengeringan padi menggunakan pengering surya tipe solar parabola.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Padi yang akan dikeringkan adalah varietas IR 64 yang dipanen dari daerah persawahan di kabupaten Deli Serdang, propinsi Sumatera Utara.

Peralatan

Pengering surya tipe kolektor parabola (Gambar 1) dirancang merujuk pada persamaan 1 dengan dasar perhitungan kapasitas pengering 5 kg/*batch*. Dari perhitungan tersebut diperoleh dimensi ruang pengering (*dryer*) berbentuk tabung silinder dengan diameter

20 cm dan panjang 200 cm. Ruang pengering dilengkapi dengan *screw conveyor* yang digerakkan oleh motor dengan kecepatan yang bervariasi yaitu pada kecepatan 23, 28 dan 35 rpm. Peralatan yang menampung panas matahari didesain seperti parabola atau disebut dengan kolektor silinder parabola bertujuan untuk merefleksikan radiasi matahari menuju titik fokus. Titik fokus adalah titik penempatan posisi/letak *dryer*. Melalui perhitungan dan penggunaan rumus (persamaan 1) diperoleh dimensi kolektor : Diameter, panjang, tinggi dan letak titik fokus dari dasar silinder parabola (*f*), berturut-turut adalah 150 cm, 200 cm, 60 cm dan 23,4 cm. Permukaan kolektor dilapisi dengan reflektor dari bahan stiker aluminium yang memiliki ketebalan 0,25 mm. Berdasarkan data ini diperoleh persamaan bentuk parabola adalah:

$$Y = \frac{X^2}{4f} = Y = 0.01068.X^2 \quad (1)$$

Dengan *Y* adalah tinggi lengkungan parabola pada jarak *X* tertentu. Nilai *X* maksimum adalah 75 cm ($\frac{1}{2}$ diameter), masing-masing untuk sumbu *X* positif dan negatif pada garis koordinat *XY*.



Gambar 1. Pengering surya tipe kolektor silinder parabola dengan ruang pengering berbentuk silinder yang dilengkapi dengan *screw conveyor*

Metode

- Langkah awal dari penelitian ini adalah menyiapkan semua peralatan uji yang diperlukan, antara lain:
 - *Solar power meter* untuk mengukur intensitas radiasi matahari, Watt/m^2
 - Termokopel (*type K*) yang terhubung dengan termometer data *logger* untuk mengukur temperatur lingkungan, padi, sisi luar dan dalam *dryer*
 - *Tachometer* dengan ketelitian 0,05% dan rentang deteksi 2,5 – 99,999 rpm, untuk mengukur kecepatan putaran *screw conveyor*
 - *Clamp meter* dengan spesifikasi AC *Current* : 0.01A to 400A, AC *Voltage* : 1V – 450V, DC *Voltage* : 1V – 600V. Digunakan untuk mengukur arus motor penggerak *screw conveyor*.
 - Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.
- Kabel-kabel termokopel yang sudah terhubung salah satu ujungnya dengan termometer data *logger*, ujung lainnya ditempelkan pada sisi luar *dryer*, sisi dalam *dryer*, padi dan ambient (lingkungan).
- Solar power meter* diaktifkan, nilai yang dibaca dalam satuan Watt/m^2 .
- Kecepatan *screw* diatur sedemikian rupa agar sesuai putaran yang divariasikan (23, 28 dan 35 rpm) dan dilakukan pengukuran dengan menggunakan *tachometer* untuk memastikan ketepatannya.
- Masing-masing variasi kecepatan putaran *screw* dilakukan pada hari yang berbeda dan setiap variasi dilakukan secara triplikat.
- Padi yang telah ditentukan lebih dulu kadar airnya (28%) ditimbang sebanyak 20 kg/*batch* (dasar basah) kemudian dibagi dalam 4 *batch* (5 kg/*batch*).
- Padi sebanyak 5 kg/*batch* dimasukkan kedalam *dryer* melalui *hopper* kemudian motor dijalankan untuk menggerakkan *screw conveyor*.
- Karena besar kecilnya intensitas radiasi matahari sangat dipengaruhi oleh waktu,

maka dalam penelitian ini dilakukan pengeringan dalam 4 *batch* waktu yang berbeda untuk masing-masing variasi putaran *screw*, yaitu *Batch-1* dilakukan dari jam 8:30 – 9:20, *Batch-2* dari jam 9:30 – 10:10, *Batch-3* dari jam 10:20 – 11:10 dan *Batch-4* dari jam 11:40 – 12:20.

- Terhadap padi yang keluar dari ruang pengering, dilakukan penimbangan dan pencatatan penurunan berat setiap lebih kurang 10 menit sekali, hingga dicapai berat akhir sekitar 4,1 kg atau setara dengan kadar air 14%.
- Pada saat motor penggerak sudah dijalankan, *clamp meter* dijepitkan pada sumber arus positif dan selama motor dijalankan, dilakukan pencatatan arus. Besar daya motor dihitung menggunakan persamaan (2):

$$P = V \cdot I \quad (2)$$

dimana

P (daya motor)=Watt

V (tegangan)= 220 Volt

I (arus yang tertera pada clamp meter)= A

- Karakteristik pengeringan padi ditampilkan dalam bentuk kurva penurunan rasio kadar air relatif terhadap kadar air awal, tanpa dimensi (*Moisture Ratio* = MR) sebagai fungsi waktu pengeringan. Untuk pengeringan dengan kondisi yang sulit dalam menjaga keseragaman suhu maupun kelembaban udara pengering, maka nilai MR dapat dihitung menurut persamaan 3 (Manikantan *et.al*, 2012).

$$MR = \frac{M}{M_0} \quad (3)$$

dimana M adalah kadar air pada waktu t dan M_0 adalah kadar air awal

Penyesuaian kurva dalam rangka mendapatkan model untuk menggambarkan kurva pengeringan padi yang diselesaikan dengan analisa persamaan regresi dengan menggunakan program Excell 2016. Kriteria

penetapan model persamaan garis adalah berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Intensitas Radiasi dan Temperatur Pengeringan

Banyak faktor yang mempengaruhi proses pengeringan, diantaranya temperatur, volume pengeringan, waktu pengeringan dan faktor lainnya (Jangam, S.V dan C.L.Law, 2010). Pada penelitian ini, variabel utama yang mempengaruhi temperatur adalah besar kecilnya intensitas radiasi matahari yang diterima oleh silinder parabola untuk difokuskan secara radiasi ke permukaan luar silinder pengering. Selanjutnya panas dipindahkan secara konduksi ke permukaan dalam silinder dan akhirnya diterima oleh padi yang ada didalam ruang silinder pengering.

Dari Gambar 2, 3 dan 4 dapat dilihat bahwa waktu pengeringan dipengaruhi oleh intensitas radiasi dan kecepatan *screw*. Pada kecepatan yang tetap, terlihat bahwa pengeringan pada *batch*-1 memerlukan waktu pengeringan lebih lama dibanding *batch* lainnya. Hal ini disebabkan pada *batch*-1 sebagian kalor intensitas radiasi dimanfaatkan untuk memanaskan dinding *dryer* lalu di transfer ke padi. Pada proses *batch* selanjutnya temperatur dinding *dryer* sudah cukup menerima panas, sehingga proses transfer panas ke padi lebih cepat berlangsung. Fenomena ini sesuai dengan prinsip perpindahan panas, dimana panas mengalir dari permukaan lebih panas ke permukaan dalam *dryer*, dan selanjutnya berpindah ke bahan (Perry & Chilton, 1973).

Secara keseluruhan menunjukkan bahwa semakin siang intensitas matahari semakin tinggi. Dengan semakin tinggi intensitas radiasi matahari, maka temperatur yang diterima silinder pengering (yang terletak dititik fokus kolektor silinder parabola) juga akan meningkat.

Selama pengeringan berlangsung untuk keseluruhan *batch* pada putaran *screw* 23 rpm, nilai intensitas radiasi rata-rata

adalah 471 W/m². Intensitas radiasi rata-rata pada saat pengeringan dengan kecepatan putaran *screw* 28 rpm dan 35 rpm berturut-turut adalah 418 dan 445 W/m².

Berdasarkan nilai intensitas matahari rata-rata dari masing-masing variasi kecepatan, terdapat perbedaan karena setiap variasi dilakukan pada hari yang berbeda. Namun demikian, perbedaan ini merupakan batasan penelitian ini, karena matahari adalah sumber energi alamiah yang sangat tergantung pada cuaca.

Pada pengeringan dengan variasi kecepatan 23 dan 28 rpm, temperatur rata-rata didalam *dryer* mencapai 67°C. Pada variasi kecepatan *screw* 35 rpm, temperatur rata-rata didalam *dryer* mencapai 70°C.

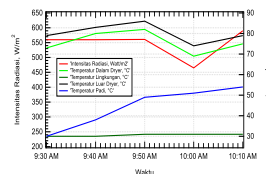
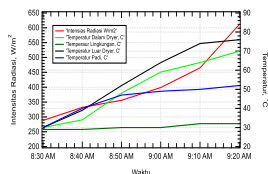
Dilihat dari waktu pengeringan, variasi kecepatan *screw* 23 rpm memberikan waktu pengeringan paling singkat. Dengan putaran yang semakin rendah, akan memberikan peluang perpindahan panas dari ruang pengering ke padi dan secara simultan juga terjadi perpindahan massa uap air dari padi ke udara didalam ruang pengering. Sejalan dengan berlangsungnya proses perpindahan panas dan massa, maka suhu didalam *dryer* akan berkurang (Perry & Chilton, 1973).

Pada kecepatan *screw* 35 rpm, waktu tinggal yang lebih singkat menyebabkan proses perpindahan panas dan massa tidak berlangsung secara efektif, dan ini ditandai dengan masih tingginya suhu didalam ruang pengering (70°C).

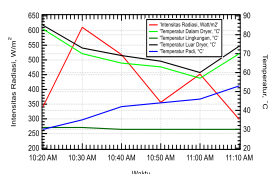
Temperatur lingkungan selama pengujian berada pada rentang adalah 29 – 34°C dan secara rata-rata keseluruhan adalah 31°C. Perbedaan antara temperatur lingkungan dan didalam ruang pengering ini hingga maksimum 40°C menyebabkan pengering surya buatan lebih efektif ditinjau dari waktu pengeringan yang lebih singkat dibanding penjemuran langsung (*open sun drying*). Semakin tinggi temperatur pengeringan akan memberikan waktu yang

lebih singkat. Jika temperatur pada saat pengeringan padi diatas 80°C dapat menyebabkan pecahnya kernel padi pada saat proses penggilingan padi menjadi beras (Ng *et al.*, 2007). Hasil percobaan untuk

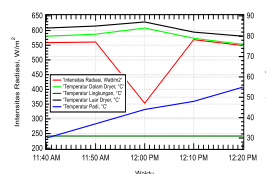
semua variasi kecepatan putaran screw conveyor atau setiap *batch*-nya menunjukkan bahwa temperatur padi selama proses pengeringan berada dibawah 60°C .



Batch-1



Batch-2



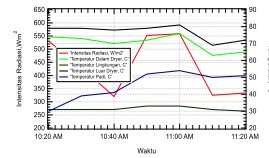
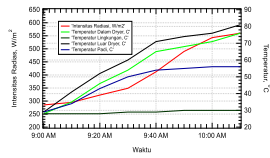
Batch-3

Batch-4

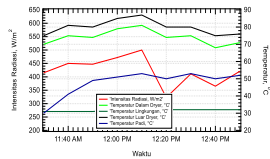
Gambar 2. Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Intensitas Radiasi dan Temperatur Pengeringan pada Putaran Screw 23 rpm

Lama pengeringan padi untuk setiap *batch* sangat tergantung pada intensitas radiasi dan putaran screw. Makin tinggi intensitas radiasi per *batch* nya maka semakin singkat waktu pengeringan. Namun semakin tinggi putaran screw maka waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air hingga 14 % adalah semakin lama. Semakin tinggi

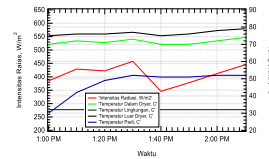
putaran maka waktu tinggal padi didalam *dryer* akan semakin singkat. Ini menyebabkan proses perpindahan panas dan massa tidak efektif, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan lebih lama. Waktu paling singkat dicapai pada variasi kecepatan putaran screw 23 rpm yakni 40 – 50 menit (tergantung intensitas radiasi pada setiap *batch*nya)



Batch-1



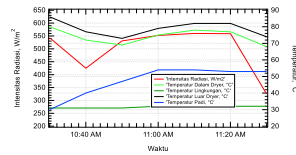
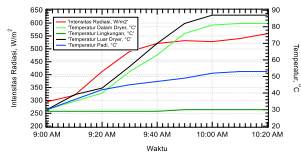
Batch-2



Batch-3

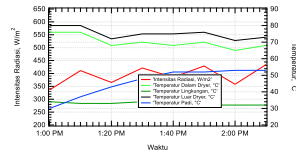
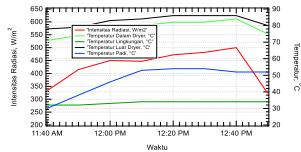
Batch-4

Gambar 3. Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Intensitas Radiasi dan Temperatur Pengeringan pada Putaran *Screw* 28 rpm



Batch-1

Batch-2



Batch-3

Batch-4

Gambar 4. Pengaruh Waktu Pengeringan terhadap Intensitas Radiasi dan Temperatur Pengeringan pada Putaran *Screw* 35 rpm

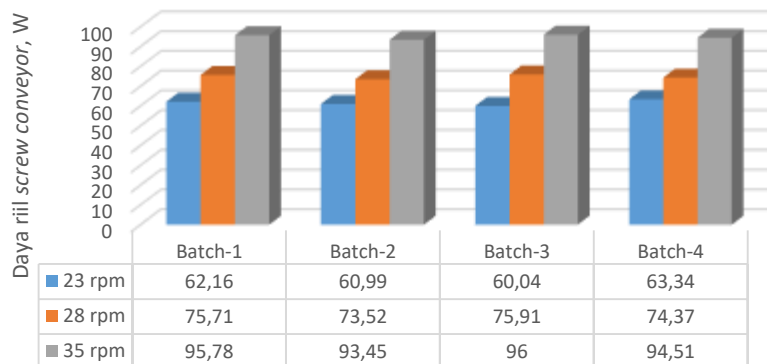
Pengaruh Variasi Putaran Screw Conveyor terhadap Daya Motor Penggerak

Screw conveyor merupakan suatu alat berupa pipa ulir yang disusun pada suatu poros bergerak. Pada pengering padi, *screw* telah dirancang sedemikian rupa untuk ditempatkan didalam silinder pengering yang berfungsi untuk mengalirkan padi melewati silinder pengering dan juga diharapkan adanya putaran ini dapat memberikan kesempatan pada padi untuk menerima panas dan melepas uap air secara merata.

Salah satu parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pengaruh kecepatan putaran terhadap lama

pengeringan dan bagaimana pengaruh kecepatan terhadap konsumsi daya.

Berdasarkan Gambar 2, 3 dan 4, dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan putaran *screw*, maka waktu pengeringan semakin lama. Hal ini lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 4 (kecepatan *screw* 35 rpm), intensitas radiasi rata-rata yang diterima selama pengeringan adalah paling tinggi dibanding pada variasi kecepatan yang lebih rendah (23 dan 28 rpm) namun waktu pengeringan paling lama. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan padi pada kecepatan *screw* 35 rpm adalah 80 menit pada pagi hari dan 60-70 menit pada siang hari.



Gambar 5. Konsumsi Daya Riil Screw Conveyor pada Berbagai Kecepatan Putaran

Konsumsi daya *screw conveyor* utamanya dipengaruhi oleh dua variabel utama yakni beban massa bahan yang dipindahkan dan besarnya putaran rotor (Hemad *et.al*, 2010). Oleh karenanya pada putaran yang sama, konsumsi daya *conveyor* tidak signifikan berbeda untuk setiap *batch*.

Pengaruh kecepatan terhadap konsumsi daya, dapat dilihat dari Gambar 5. Semakin tinggi kecepatan putaran *screw*, maka konsumsi daya yang diperlukan juga semakin tinggi. Semakin tinggi kecepatan putaran maka semakin singkat padi menerima panas dari permukaan dalam *dryer* dan juga waktu perpindahan massa yang semakin singkat, sehingga proses penguapan kurang

efektif. Waktu pengeringan paling singkat yakni 40 – 50 menit, dicapai pada variasi kecepatan putaran *screw* 23 rpm.

Dengan demikian, kondisi pengeringan padi paling efisien dan efektif dilihat ditinjau dari lama pengeringan dan konsumsi daya dicapai pada pengeringan dengan putaran *screw conveyor* 23 rpm.

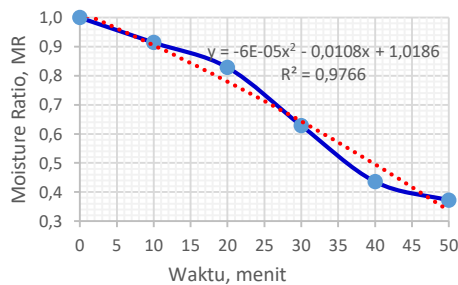
Karakteristik Pengeringan

Karakteristik pengeringan padi dinyatakan sebagai hubungan antara penurunan rasio kadar air tak berdimensi (MR) terhadap waktu seperti disajikan pada Gambar 6. Profil penurunan kadar air ini ditampilkan hanya untuk pengeringan optimum yakni pada variasi putaran *screw conveyor* 23 rpm.

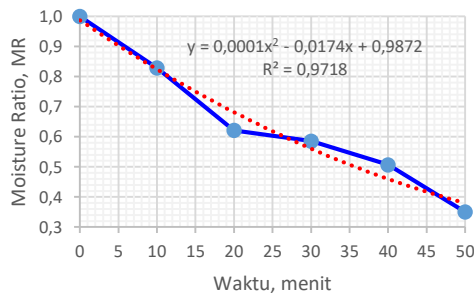
Batch-1 dan *batch-4* memerlukan waktu pengeringan 50 menit sedangkan *batch-2* dan *batch-4* memerlukan waktu pengeringan 40 menit. Hal ini memperlihatkan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi profil pengeringan karena berdampak pada perubahan temperatur didalam *dryer* dan padi. Pada *batch-1* profil penurunan kadar air pada 20 menit pertama berjalan lambat karena panas dari radiasi matahari utamanya diperlukan untuk menaikkan temperatur *dryer* dan selanjutnya panas dipergunakan untuk pengeringan padi.

Hasil penyesuaian pola kurva yang dilakukan, menunjukkan bahwa prediksi

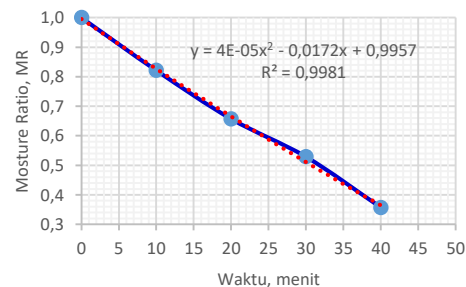
persamaan garis yang paling mendekati profil penurunan *moisture ratio* pada kecepatan *screw* 23 rpm adalah polinomial atau sama dengan model matematika Wang and Singh ($MR = 1+at+bt^2$) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) antara 0,9718 – 0,9981. Model ini juga sesuai dengan metode pengeringan padi lainnya yang sudah dilakukan peneliti asing (Wiset *et al*, 2001; Manikantan *et al*, 2012; Abinav D. *et al.*, 2019; Beigi M. *et al.*, 2017). Seluruh proses *batch* dari pengeringan padi berlangsung pada periode laju pengeringan menurun (*falling rate period*).



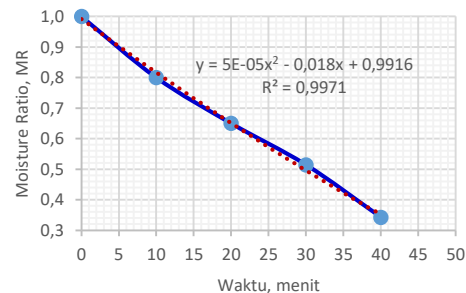
Batch-1



Batch-3



Batch-2



Batch-4

Gambar 6. Profil *Moisture Ratio* Pengeringan Padi pada Kecepatan Putaran *Screw* 23 rpm

KESIMPULAN

Proses pengeringan padi menggunakan pengering tipe silinder yang dilengkapi *screw conveyor* dan kolektor silinder parabola sebagai pembangkit termal telah dilakukan. Hasil pengeringan padi sebanyak 5 kg/*batch* dari kadar air 28% menjadi 14% menunjukkan bahwa intensitas radiasi dan kecepatan

putaran *screw* mempengaruhi lama pengeringan. Semakin tinggi intensitas radiasi maka waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar air padi semakin singkat, namun sebaliknya semakin tinggi kecepatan putaran *screw* maka waktu pengeringan semakin singkat. Semakin tinggi kecepatan putaran *screw* juga akan meningkatkan konsumsi daya motor

penggerak. Kondisi terbaik dimana waktu pengeringan paling singkat yakni 40 – 50 menit, dicapai pada kecepatan putaran *screw conveyor* 23 rpm dan intensitas rata-rata 471 Watt/m² dengan temperatur rata-rata didalam silinder pengering adalah 67°C dan temperatur padi rata-rata selama pengeringan 43°C. Karakteristik pengeringan padi yang diperoleh melalui pendekatan model persamaan matematika adalah sesuai dengan persamaan Wang and Singh (polinomial tingkat 2) dengan kisaran koefisien determinasi antara 0,9718 – 0,9981.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhinav D., P.K. Sharma., Indra M., Roaf A. P., Pramod A. & Arun Kumar T.V. (2019). *Mathematical modelling of drying kinetics of paddy in sun drying and air inflated solar dryer*, *International Journal of Chemical Studies*, Vol. 7, No. 1, p: 1122-1126, p-ISSN: 2349–8528, e-ISSN: 2321–4902.
- Arif Sodhiq (2020). Sepuluh Negara Penghasil Beras Terbesar di Dunia <https://sariagri.id/pangan/56122/sepuluh-negara-penghasil-beras-terbesar-di-dunia,di> akses pada 4 Mei 2020
- Beigi Mohsen., Mehdi Torki Harchegani & Mahmood Mahmoodi-Eshkaftaki (2017), *Prediction of Paddy Drying Kinetics : A comparative Study Between Mathematical and Artificial Neural Network Modelling*, *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly Journal*, 23 (2) 251-258, Iran.
- Candia A., E.T. Oker., J. Lamo., G.L. Obeti., J. Yawe., O.S.E. Adur., O. S. E., A.R. Saasa., J. Muzei., J. Olupot., S. Epiku., W. Okiror & I. Mutinda (2015). *Improved Open-sun Drying Method for Local Swamp Rice in Uganda*, *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, ISSN 1026-0919 (Print), ISSN 2410-6909 (Online), Vol. 16, No. 2, p: 219 – 230. <http://dx.doi.org/10.4314/ujas.v16i2.7>.
- Chakraborty S., Mausumi S., Jink B., Shah F & M.K. Hazarika (2016), *Generalization of Drying Kinetics During Thin Layer Drying of Paddy*, *CIGR Journal*, Vol. 18 No. 4.
- Cheenkachorn K., *Drying of Rice Paddy Using Microwave-vacuum Dryer* (2007). *Proceedings of European Congress of Chemical Engineering (ECCCE-6)*
- Ebrahim T., Antoni S., Mohammad Kaveh, Vali R. S., Anil Kumar and Naoto S (2020). *Parabolic Paddy Drying with Different Dryers: Thermodynamic and Quality Properties*, *Mathematical Modeling Using ANNs Assessment*, *Journal of Foods*, Vol. 9, No. 86, p: 2 – 17, doi:10.3390/foods9010086.
- Golmohammadi M., Foroughi-dahr M & Rajabi-hamaneh M (2016). *Study on Drying Kinetics of Paddy Rice: Intermittent Drying*, *Iran Journal of Chemical Engineering*, Vol. 35, No:3, p: 105 – 117.
- Hemad, Z., H. K. Mohammad & R. A. Mohammad. (2010), *Performance evaluation of a 15.5 cm screw conveyor during handling process of rough rice (Oriza Sativa L.) grains*, *Nature and Science Journal*, 8(6): 66–74.
- Jangam SV., Law CL & Mujumdar AS (2010). *Drying of Foods, Vegetables and Fruits*, Volume 1, ISBN: 978-981-08-6759-1, Published in Singapore.
- Lahbari Miloud & Fahloul Djamel (2020) *Experimental Study and Mathematical Modelling of Loquat Drying: Effect of the Drying Method on Quality*, *International Review Mechanical Engineering*, Vol.14, No.3
- Manikantan M.R., Barnwal P & Goyal R.K (2012). *Modeling the Drying Kinetics*

- of Paddy in an Integrated Paddy Dryer, Proceedings of International Conference on Energy Security, Global Warming and Sustainable Climate (SOLARIS 2012), I.K. International Publishing House Pvt. Ltd, New Delhi, Bangalore, <https://www.researchgate.net/publication/269466251>.*
- Mehdizadeh Z & Zomorodian A. (2009). *A Study of the Effect of Solar Drying System on Rice Quality, Journal of Agriculture, Science and Technology*, Vol. 11, p: 527-534.
- Ng P.P., C. L. Law., S. M. Tasirin & W. R. W. Daud (2007). *Drying Characteristics of Malaysian Paddy: Kinetics & Grain Cracking Quality, Drying Technology: An International Journal*, Vol. 23, p: 2477 – 2489, <http://dx.doi.org/10.1080/07373930500341724>
- Perry R.H & Chilton C.H. (1973) *Chapter 20-4 Solid Drying Fundamentals in Chemical Engineers Handbook, 5th edition*, Mc Graw Hill, Kogakusha, ISBN 0-07-0494789.
- Robert F., Majid G., Alma Cota (2009). *Solar Energy: Renewable Energy and the Environment*, CRC Press Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-4200-7566-3
- Sahari Y., Abdul Wahid, R., Mhd Adnan A. S., Sairi M., Hosni H., Engku Abdullah, E. H., Alwi, S., Mohd Amin Tawakkal M. H., Zainol Abidin, M. Z. & Aris, Z. (2018). *Study on the drying performance and milling quality of dried paddy using inclined bed dryers in two different paddy mills located in MADA and IADA KETARA, International Food Research Journal*, Vol. 25, No. 6, p: 2572-2578, *Journal homepage: <http://www.ifrj.upm.edu.my>.*
- Susanto U., Daradjat A.A & Suprihatno B (2003). *Perkembangan Pemuliaan Padi Sawah di Indonesia, Jurnal Litbang Pertanian*, Volume 22, No. 3, halaman: 125 – 131.
- Thaghized E., Antoni S., Mohammad Kaveh.,Vali R. S., Anil Kumar & Naoto S. (2020). *Parboiled Paddy Drying with Different Dryers: Thermodynamic and Quality Properties, Mathematical Modeling Using ANNs Assessment, Journal of Foods*, Vol. 9, No. 86, p: 2 – 17, doi:10.3390/foods9010086
- Wiset L., Srzednicki G., Robert H. Driscoll., Chintana N. & Plangpin S. (2001). *Effects of High Temperature Drying on Rice Quality, Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. Manuscript FP 01 003. Vol. III. <https://www.researchgate.net/publication/237531917>.
- Zheng X. & Lan Y. (2007). *Effects of Drying Temperature and Moisture Content on Rice TasteQuality, Agricultural Engineering International: the CIGR ejournal*. Manuscript FP07 023. Vol. IX. November.